

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

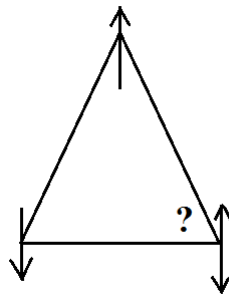
Pada dasarnya suatu benda dikatakan sebagai bahan magnet apabila benda tersebut memiliki magnetisasi. Magnet bersifat dapat menarik besi atau baja yang berada di sekitarnya. Tidak semua magnet bersifat magnet tetap, ada juga magnet buatan yang banyak beredar sekarang. Karena jumlah dari magnet asli atau tetap ini sangat terbatas, maka sebagai alternatifnya lebih banyak digunakan magnet buatan baik itu dalam dunia industri maupun teknologi. Selain dari sifat magnet yang dapat menarik benda seperti besi dan baja, masih banyak sekali sifat magnet yang menarik untuk dipelajari, misalnya gejala frustasi pada bahan magnet.

Frustrated magnet (frustasi magnet) adalah keadaan yang mana momen magnet lokal atau spin berinteraksi melalui kompetisi interaksi tukar yang tidak dapat berlangsung secara bersamaan sehingga menimbulkan pengaruh besar pada *ground state* atau energi dasar sistem (Balents, 2010). Umumnya frustasi magnet terjadi pada bahan anti-ferromagnet.

Definisi antiferromagnet mirip dengan ferromagnet yaitu momen magnet berbaris dalam pola yang teratur, tetapi yang membedakan adalah spin elektron tetangga mempunyai arah yang saling berlawanan atau anti-paralel. Selain itu dikenal juga istilah ferrimagnet. Jika dilihat dari arah spinnya, ferrimagnet sama dengan antiferromagnet yang memiliki arah spin tetangga saling berlawanan, tapi besar momen magnetnya

yang akan menjadi pembeda. Pada antiferromagnet momen magnet setiap spin memiliki nilai yang sama, sedangkan pada ferrimagnet nilai momen magnet setiap spin berbeda-beda.

Pada sebuah sistem antiferromagnet dengan kekisi yang berbentuk segitiga (*triangular*), interaksi antara suatu titik kisi dengan titik kisi tetangga terdekatnya harus bersifat anti-paralel. Namun pada bentuk segitiga ini ketiga spin tidak dapat semuanya berbentuk anti-paralel. Hal inilah yang menyebabkan frustasi magnet muncul karena ada salah satu spin yang kesulitan menentukan arah spinnya. Adapun gejala tersebut dapat diilustrasikan dengan Gambar (1).



Gambar 1: Frustasi spin magnet pada kekisi segitiga

Ada beberapa bahan di bumi yang mengalami frustasi magnet, misalnya $Mo_{72}Fe_{30}$ dan $Mo_{72}Cr_{30}$ (Schöder, 2008), $LaOFeAs$ (Yildirim, 2008), $AgNiO_2$ (Wawrzyńska, 2008), $NiGa_2S_4$ (Nambu, 2008), Cs_2CuCl_4 (Veillette, 2008).

Untuk mengidentifikasi frustasi magnet pada bahan antiferromagnet, dapat digunakan beberapa model. Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Merino pada

tahun 1999 yang menggunakan model Hubbard pada kekisi segitiga anisotropis dengan satu elektron per tempat. Pada penelitiannya, Merino mendapatkan bagaimana pengaruh dari interaksi tukar terhadap energi keadaan dasar dan magnetisasi bahan antiferromagnet. Merino juga menjelaskan adanya perubahan fase yang terjadi pada bahan antiferromagnet. Ada juga beberapa model lain yang dapat digunakan, misalnya model Heisenberg dan model Ising. Model Ising merupakan penyederhanaan dari model Heisenberg. Model ini lebih menitikberatkan peninjauan pada spin yang diposisikan 'up' dan 'down'. Untuk model Heisenberg yang digunakan pada penelitian ini, digambarkan interaksi antar spin berada pada poin kisi yang berbeda (S_x , S_y , dan S_z).

Kajian tentang frustasi magnet ini menjadi sangat menarik untuk dipelajari karena akan memperluas pengetahuan tentang kemagnetan bahan. Banyak kajian mengenai bahan ferromagnet, namun untuk antiferromagnet masih sedikit pengembangannya, termasuk di Indonesia.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan dapat diidentifikasi masalah-masalah sebagai berikut:

1. Belum diketahui pengaruh dari spin tetangga terdekat untuk menentukan arah spin dari bahan antiferromagnet yang mengalami frustrasi.
2. Ada beberapa model yang dapat dipergunakan untuk menganalisis gejala yang terjadi pada sistem frustasi. Masih diperlukan banyak penelitian untuk mendapatkan model penyelesaian yang cepat dan tepat, salah satunya adalah dengan menggunakan model Heisenberg.

3. Belum diketahui pengaruh medan magnet luar terhadap sistem yang mengalami frustasi.
4. Bentuk energi keadaan dasar atau *ground state* dari bahan antiferromagnet yang berbentuk segitiga sama kaki yang mengalami frustasi magnet belum diketahui.
5. Belum diketahui ada atau tidaknya perubahan fase pada sistem antiferromagnet yang mengalami frustasi geometrik.

C. Batasan Masalah

Ruang lingkup masalah yang diamati pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Geometri kekisi berbentuk segitiga sama kaki.
2. Interaksi spin yang diamati hanya interaksi spin dengan spin tetangga terdekat atau *nearest neighbour* (nn) saja.
3. Dalam interaksi tidak ada pengaruh dari medan magnet luar.
4. Interaksi yang diamati terjadi pada suhu mutlak.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat ditentukan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah bentuk energi dasar atau *ground state* dari bahan antiferromagnet yang berbentuk segitiga sama kaki yang mengalami frustasi magnet?
2. Bagaimanakah perubahan fase yang terjadi pada sistem antiferromagnet yang berbentuk segitiga sama kaki yang mengalami frustasi magnet?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui bentuk energi keadaan dasar atau *ground state* dari sistem antiferromagnet dengan kekisi segitiga yang mengalami frustasi.
2. Untuk mengetahui perubahan fase yang terjadi pada antiferromagnet dengan kekisi segitiga yang mengalami frustasi.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan gambaran tentang interaksi yang terjadi pada sistem kekisi segitiga yang mengalami frustasi magnet.
2. Membuktikan bagaimana pengaruh dari interaksi antar spin yang berdekatan terhadap arah spin yang bersangkutan.
3. Menambah ilmu pengetahuan dalam bidang kemagnetan bahan.